

## Un ammonite del género *Juandurhamiceras* del Aptiano de Campo Morado, Arcelia, estado de Guerrero, México

### *An ammonite of the genus *Juandurhamiceras* from the Aptian from Campo Morado, Arcelia, Guerrero state, Mexico*

Moreno-Bedmar, Josep Anton<sup>1\*</sup>; Company, Miquel<sup>2</sup>; Guerrero-Suastegui, Martín<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica S/N, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, 04510, CDMX, México.

<sup>2</sup>Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada, Granada, España.

<sup>3</sup>Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero, Ex-Hacienda de San Juan Bautista, S/N, Taxco el Viejo, Guerrero, México.

\* josepamb@geologia.unam.mx

#### Resumen

Se reporta por vez primera en México el género *Juandurhamiceras* mediante el estudio de un ammonite colectado hace más de un siglo en Campo Morado, Municipio de Arcelia, estado de Guerrero. Se presenta una ilustración de este ammonite del Aptiano superior, que nunca había sido figurado previamente, y se complementa con la elaboración de un modelo 3D. El ammonite, que se identifica como *Juandurhamiceras* sp., es posiblemente una especie nueva pero las condiciones no son adecuadas para su descripción. Para una descripción fundamentada de esta potencial nueva especie sería necesario recolectar más ejemplares, pero la situación de inseguridad del área de Campo Morado lo imposibilita. Hasta ahora, el género *Juandurhamiceras* era únicamente conocido en Colombia, lo que sugiere una fuerte afinidad de las faunas del área de Campo Morado con los ammonites colombianos a través de una conexión por el océano Pacífico.

**Palabras clave:** Ammonite, Aptiano superior, Colombia, *Juandurhamiceras*, México.

#### Abstract

The genus *Juandurhamiceras* is reported for the first time in Mexico through the study of an ammonite collected more than a century ago in Campo Morado, Arcelia municipality, state of Guerrero. This upper Aptian ammonite had never been figured before and is illustrated for the first time in the current work, complementing this with the creation of a 3D model. The ammonite that is identified as *Juandurhamiceras* sp. is possibly a new species, but the conditions are not adequate for its description. For a proper description of this potential new species, it would be necessary to collect more specimens, but the insecurity situation in the Campo Morado area makes this impossible. Until now, the genus *Juandurhamiceras* was only known from Colombia, which suggests that the Campo Morado area has a strong affinity with Colombian ammonites by means a connection through the Pacific Ocean.

**Keywords:** Ammonite, Colombia, *Juandurhamiceras*, Mexico, Upper Aptian .

**Cómo citar / How to cite:** Moreno-Bedmar, J. A., Company, M., & Guerrero-Suastegui, M. (2023). Un ammonite del género *Juandurhamiceras* del Aptiano de Campo Morado, Arcelia, estado de Guerrero, México. *Paleontología Mexicana*, 12(1), 1 – 8.

Manuscrito recibido: Enero 10, 2023.

Manuscrito corregido: Enero 18, 2023.

Manuscrito aceptado: Enero 19, 2023.



## 1. Introducción

Los ammonites del Aptiano de México han sido estudiados desde hace más de un siglo (e.g., Burckhardt, 1906; 1925; Humphrey, 1949; Cantú Chapa, 1968; Campa et al., 1974; Cantú Chapa, 1976; Contreras y Montero, 1977; Cantú Chapa, 1989, 1992; Barragán, 2001; Barragán y Szives, 2007; Barragán y Maurrasse, 2008; Moreno-Bedmar et al., 2013; 2015; 2018, 2022; Barragán et al., 2021; Samaniego-Pesqueira et al., 2021). Los trabajos anteriormente mencionados reportan o estudian ammonites de esta edad procedentes de nueve estados de la República Mexicana: Chihuahua, Coahuila, Durango, Guerrero, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Sonora y Zacatecas. Uno de los estados donde el registro de ammonites del Aptiano es menos conocido es el de Guerrero, donde únicamente hay cuatro reportes. Tres de ellos en las cercanías de Campo Morado, Municipio de Arcelia; el primero de ellos es el de Böse (1910), que se refiere justamente al ammonite estudiado en el presente trabajo, y otros dos por parte de Campa et al. (1974) y Lorinczi y Miranda (1978). El cuarto reporte de ammonites aptianos en el estado de Guerrero es el de Campa et al. (1981), que mencionan dos ammonites procedentes del poblado del Pochote (Municipio de Teoloapan). Lamentablemente, y a la fecha de elaboración de este manuscrito, no es posible realizar trabajo de campo en el área de Campo Morado debido a problemas de inseguridad generados por la importante presencia de bandas delictivas organizadas. La cita de Böse (1910) ha sido referenciada posteriormente por otros autores, en varias ocasiones con observaciones adicionales (Burckhardt, 1925, 1930; Imlay, 1944; Campa et al., 1974, 1981). En este trabajo se analiza en detalle la historia de este ammonite reportado inicialmente por Böse (1910) junto con la información proporcionada por la tarjeta original del mismo. También se figura por primera vez este ejemplar, a lo que se suma la realización de un modelo 3D del mismo y, además, se proporciona información museográfica incluyéndose el número de colección. El ammonite, originalmente asimilado en la literatura a lo que se conoce en la actualidad como el género *Dufrenoyia*, se reasigna, tras la revisión taxonómica realizada en este trabajo, al género *Juandurhamiceras*, constituyendo este el primer reporte en México de este género, que hasta ahora era únicamente conocido en Colombia. Este trabajo contribuye a mejorar nuestro conocimiento de los ammonites del Aptiano de México en un área clave desde el punto de vista paleobiogeográfico por sus afinidades con las faunas pacíficas.

## 2. Antecedentes de ammonites del Aptiano de Guerrero

El primer reporte del ammonite estudiado en este trabajo fue el de Böse (1910, p. 661) quien lo menciona

como *Hoplites* del grupo *Hoplites furcatus*, especie descrita por Sowerby (1836) y que actualmente constituye la especie tipo del género *Dufrenoyia* Kilian y Rebol, 1915 (e.g. Casey, 1964; Wright et al., 1996; Bogdanova y Mikhailova, 2004). Posteriormente, Burckhardt (1925, p. 52), en una nota a pie de página, señala que revisó este ammonite y lo identificó como *Dufrenoyia* aff. *furcata*. Burckhardt señaló que el ammonite lo colectó el fotógrafo del Instituto Geológico pero que según datos facilitados por el Ing. Teodoro Flores este ammonite no se habría colectado realmente en las inmediaciones de Campo Morado. Dicha información es contradictoria por tres motivos: 1-No entendemos por qué Burckhardt (1925) no corrigió la localidad de colecta si esta no fue la de Campo Morado, 2-Esta información contrasta con el mismo Burckhardt (1930, p. 158) quien en este trabajo posterior señala que el ammonite procede de los alrededores de Campo Morado, 3- En la tarjeta original se señala claramente que el ammonite procede de Campo Morado (Figura 1). Además, Burckhardt omite explicar cuál es la relación del Ing. Teodoro Flores con el ammonite y, en particular, con su colecta. Quien colectó el ammonite fue el Ing. Francisco de P. Carbajal (Burckhardt, 1930, p. 158), quien era el fotógrafo del Instituto Geológico de México a principios del siglo XX (e.g. Waitz y Wittich, 1911; Burckhardt, 1919-1921). Esta información sobre la colecta está respaldada por la tarjeta del ammonite, la cual indica también que F.P. Carbajal colectó el ammonite (Figura 1). Investigando sobre el trabajo del Ing. Teodoro Flores, creemos que muy posiblemente estaba con el fotógrafo cuando éste colectó el ammonite, pues el Ing. Flores trabajó muy activamente en minería (Alvarez, 1955) y en particular estudió los depósitos de piritas cupríferas en Campo Morado (Flores, 1936). Debido a estas incoherencias y omisiones cuestionamos enfáticamente lo comentado por Burckhardt (1925, p. 52): “Según últimos datos de T. Flores la Amonita no se encontró en las inmediaciones de Campo Morado”. Burckhardt (1930, p. 158) parece mucho más preciso y congruente con la información que disponemos y la información de la tarjeta original. Hay también que señalar que en la tarjeta original (Figura 1) el ammonite está identificado como *Hoplites* aff. *interruptus*. Esto es sorprendente, pues *Hoplites interruptus* (Bruguière, 1789) es muy diferente al ammonite objeto de este trabajo, y en ningún trabajo fue mencionado con dicha identificación. Posteriormente, Imlay (1944, p. 1124) hace mención de nuevo a este ejemplar como *Dufrenoyia* aff. *furcata*, señalando que las rocas sedimentarias de donde procede este ammonite están intensamente plegadas en comparación con las rocas suprayacentes de calizas masivas que actualmente se conocen como la Formación Teloloapan. Campa et al. (1974) hace de nuevo mención de este ammonite como *Dufrenoyia* sp. Posteriormente Campa et al. (1981) de nuevo menciona este ammonite como *Dufrenoyia* sp. En ninguno de los trabajos mencionados (Böse, 1910; Burckhardt, 1925, 1930; Imlay, 1944; Campa et al., 1974,

1981) se ilustró el ammonite al que se hace referencia. Campa *et al.* (1974) figuraron un nuevo ejemplar coleccionado en la localidad de la Lucha, Campo Morado, identificado como *Parahoplites* sp. La fotografía del ejemplar muestra un ammonite con un flanco muy aplanado y una región ventral plana ciertamente no atribuible al género *Parahoplites*. Por las características del ammonite, creemos que el mismo es atribuible o al género *Dufrenoyia* o al género *Juandurhamiceras*, siendo necesario examinar el ejemplar de forma directa para poder realizar una identificación precisa. Durante el año 2017 uno de nosotros (JAMB) le solicitó a la Dra. María Fernanda Campa tener acceso a dicho ammonite, quien señaló que el fósil estaba en poder de su colector original, el ingeniero Mario Campos, pero que, lamentablemente, éste había fallecido, señalando que ella intentaría contactar a sus familiares para preguntar sobre el paradero de dicho ammonite. María Fernanda Campa intentó seguir la pista al ammonite sin avances hasta que, desafortunadamente, la Dra. Campa falleció en enero del 2019 (Lugo Hubp, 2020). Lorinczi y Miranda (1978) en un trabajo que trata sobre la mineralización de Campo Morado reportan, sin ilustrarlo, *Acanthoplites* sp.? que es atribuible al Aptiano superior. Campa *et al.* (1981) en su trabajo reportan, también sin figurarlos, procedentes del poblado El Pochote (Municipio de Teloloapan), dos ammonites que atribuyen al Aptiano: *Parahoplites* sp. y *Hamites* sp. El Pochote es un pequeño pueblo que se halla relativamente cercano a Campo Morado, concretamente a unos 30 km en línea recta.

### 3. Estratigrafía

Las rocas del área de Campo Morado están fuertemente deformadas. Existe un patrón complejo de pliegues isoclinales con vergencia al este asociado con foliación penetrativa y fallas inversas (Campa *et al.*, 1974; Ramírez *et al.*, 1991; Salinas, 1994). Las rocas que conforman el área están deformadas y han sufrido un metamorfismo de bajo grado en facies de prehnita-pumpelita a esquistos verdes (Campa *et al.*, 1974; Talavera, 1993).

La estratigrafía del área la constituyen formaciones que integran una sucesión relacionada a arco volcánico subacuoso del Subterreno Teloloapan (Ramírez *et al.*, 1991), variando en edad del Berriasiano al Albiano (Guerrero-Suastegui, 2004). La unidad inferior expuesta es la Formación Villa Ayala (Berriasiano-Aptiano superior). Esta unidad está constituida a la base por rocas volcánicas y volcanoclásticas formando flujos de lavas de basaltos a andesitas con estructura masivas y almohadilladas, brechas volcánicas y rocas volcanoclásticas de grano grueso a fino. En la parte media y superior de esta formación los volcánicos están interestratificados con rocas piroclásticas y epiclásticas, tales como radiolaritas, tobas de grano grueso a fino y areniscas tobáceas,

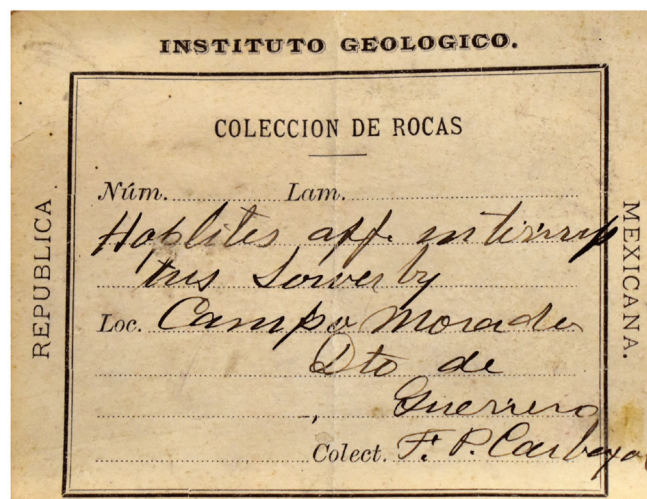


Figura 1. Tarjeta del ammonite estudiado, IGM 13090, donde se puede leer con letra manuscrita: *Hoplites* aff. *interruptus* Sowerby. Localidad: Campo Morado Dto (Distrito) de Guerrero. Colector: F.P. Carbajal. Escala gráfica 4 centímetros.

así como depósitos de flujos de escombros depositadas en un ambiente marino.

Esta unidad es cubierta por una secuencia monótona de tobas de grano fino a medio, amarillas a verde claro, que cambian hacia la cima a tobas de grano muy fino interestratificadas con lutitas y limonitas de la Formación Acapetlahuaya (Aptiano superior), en el área de Campo Morado-Pochote-Villa de Ayala. Esta unidad es la que contiene el ammonite reportado en este trabajo, y otros más reportados por otros autores.

La Formación Acapetlahuaya contiene a la base tobas de grano medio y estratificación gruesa. Gradación normal y laminación paralela son las estructuras sedimentarias predominantes en este nivel, tobas de grano muy fino y estratificación delgada están esporádicamente presentes en estratos menores a 5–8 cm de espesor. En la parte media de la formación, tobas de grano medio y estratos de tobas finas ocurren en una relación similar en proporción. La parte superior de la unidad está caracterizada por tobas finamente laminadas, sustituida por areniscas epiclásticas de grano fino y estratos medios a delgados. La naturaleza piroclástica y epiclástica de este nivel fue confirmada por análisis petrográfico. El ambiente de depósito de estas rocas son depósitos piroclásticos subacuosos que se depositan en los flancos y valles de edificios volcánicos formando secuencias de turbiditas volcanoclásticas (Guerrero-Suastegui, 2004).

Ambas secuencias son cubiertas por rocas calcáreas, pues las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Villa Ayala cambian transicionalmente a calizas de estratificación gruesa en la porción este, área



Teloloapan (Formación Teloloapan), la cual contiene carbonatos de plataforma a depósitos de talud, en tanto que hacia la parte oeste, área de El Pochote-Campo Morado, la Formación Acapetlahuaya con sus depósitos de tobas finas son cubiertos transicionalmente a calizas oscuras de estratificación delgada de edad Albiano-Cenomaniano (Formación Amatepec).

#### 4. Material y métodos

El ammonite estudiado, IGM 13090, se encuentra depositado en el “Museo María del Carmen Perrilliat Montoya, Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, México” con el acrónimo IGM (Instituto Geológico de México). El ejemplar ha sido ilustrado mediante la toma de fotografías, utilizando la técnica de blanqueo clásica con cloruro de amonio. También se realizó un modelo 3D utilizando el escáner 3D EinScan-SP. Si los lectores desean realizar una impresión 3D del ammonite, el archivo de impresión (formato de archivo .stl) está disponible previa solicitud por correo electrónico al autor de correspondencia.

#### 5. Notas taxonómicas y consideraciones bioestratigráficas y paleobiogeográficas

Raymond Charles Casey describió e ilustró un ammonite muy particular procedente de una localidad cercana a Bogotá, Colombia (Casey, 1965, p. 419, figura 152). Este ammonite que Casey identificó como *Dufrenoyia* sp. presenta en su estadio juvenil una sección de vuelta tipo *Dufrenoyia* con los flancos y región ventral aplanadas. Las costillas en esta etapa son fuertemente espatuladas con un trazado bastante rígido y cruzan la región ventral de forma rectilínea, muy ensanchadas, planas en su parte superior, y robustas. A lo anterior se suma que las costillas presentan una ligera depresión sifonal. En el último cuarto de vuelta la sección de la vuelta y la ornamentación cambian abruptamente. La sección de la vuelta se torna más baja, con flancos y región ventral aplanadas. La densidad de costulación se incrementa fuertemente, siendo las costillas ligeramente flexuosas. El ancho de las costillas primarias es bastante constante en el flanco, no así las secundarias, que son ligeramente espatulares. Las costillas cruzan la región ventral de forma rectilínea y la depresión sifonal ya no está presente. Este ammonite presenta elementos transicionales entre los géneros *Dufrenoyia* y *Colombiceras*. El estadio juvenil presenta una forma de la concha tipo *Dufrenoyia*, pero las costillas rectilíneas que cruzan de forma muy aplanada y robusta la región ventral recuerdan características del género *Colombiceras*, aunque la condición de las costillas extremadamente espatulares solo ha sido observada en algunas especies de *Dufrenoyia*. La depresión sifonal es característica de *Colombiceras*

y *Gargasiceras*, géneros que Frau et al. (2020) consideraron sinónimos. En trabajos como el de Sharikadze et al. (2004) se ilustran formas con esta depresión sifonal, siendo identificadas como *Gargasiceras*. Frau et al. (2020) las identifica como *Colombiceras* (= *Gargasiceras*) e ilustra claramente esta depresión sifonal en numerosos ejemplares. El último cuarto de vuelta del ammonite estudiado por Casey (1965) muestra una costulación tipo *Colombiceras*, pero la región ventral claramente aplanada es una característica típica de una *Dufrenoyia*. Casey (1965) realizó un análisis de este ammonite, señalando que se trata de una forma que relaciona los géneros *Colombiceras* y *Dufrenoyia*, indicando que la ornamentación del último cuarto de vuelta es típica de un *Colombiceras*. Etayo-Serna (1979, p. 42) describió el género *Juandurhamiceras* haciendo notar la presencia de una ligera depresión de las costillas en la región sifonal. También hace mención al fuerte cambio de ornamentación, anteriormente descrito, en la cámara de habitación que denomina como estadio *Colombiceras*, señalando que en este estadio no está presente la depresión sifonal. Etayo-Serna (1979) hace mención del ejemplar estudiado por Casey (1965), indicando que la ornamentación del mismo y su desarrollo ontogenético concuerda perfectamente con el género *Juandurhamiceras*. También señaló la ausencia de los característicos clavi del género *Dufrenoyia* en *Juandurhamiceras*. Según la información proporcionada por Etayo-Serna (1979), *Juandurhamiceras* estaría presente en el Aptiano superior, tal como sugirió también Casey (1965) para el ejemplar que él estudió. Bogdanova y Hoedemaeker (2004) discuten sobre la validez del género indicando que, a pesar de que Wright et al. (1996) lo consideran como sinónimo de *Dufrenoyia*, ellos lo consideran válido; opinión que compartimos en este trabajo. Bogdanova y Hoedemaeker (2004) también atribuyen este género al Aptiano superior.

El ejemplar mexicano aquí estudiado (Figuras 2 y 3) muestra una costulación que en el flanco es muy similar a la de una *Dufrenoyia*, pero en la región ventral las costillas se hacen más robustas y se aplanan, característica típica de las costillas ventrales de parte de la ontogenia del género *Colombiceras*. La sección de la vuelta con flancos y región ventral aplanada recuerdan al género *Colombiceras*, pero comparando el ejemplar aquí estudiado con *Dufrenoyia justinae* y *D. scotti* procedentes de localidades de los estados de Durango y Coahuila, se aprecia muy claramente que en *Dufrenoyia* la transición entre el flanco y la región ventral es muy abrupta. En el ejemplar mexicano, esta transición es mucho menos repentina, recordando esto a estadios juveniles del género *Colombiceras* que también muestran una región ventral aplanada (e.g. Frau et al., 2020). El ejemplar aquí estudiado no posee los característicos clavi del género *Dufrenoyia*. Debido a las características del ejemplar mexicano, donde se combinan características del género *Dufrenoyia* y *Colombiceras*, lo identificamos como *Juandurhamiceras* sp.



Figura 2. *Juandurhamiceras* sp., IGM 13090, cercanías de Campo Morado, Arcelia, estado de Guerrero. Escala gráfica 4 centímetros.

A nivel específico existen únicamente tres especies descritas atribuibles a este género, todas ellas descritas por Etayo-Serna (1979): *Juandurhamiceras juandurhami*, especie tipo del género, *Juandurhamiceras joepecki* y *Juandurhamiceras giraldoi*. Bogdanova y Hoedemaeker (2004) señalan que, posiblemente, *Juandurhamiceras joepecki* y *Juandurhamiceras giraldoi* constituyan una sola especie. También indican que lamentablemente en el trabajo de Etayo-Serna (1979) las tres especies fueron inadecuadamente ilustradas, pues en ninguna de ellas hay fotos de la región ventral, si bien las regiones ventrales fueron descritas para cada una de las tres especies. Uno de nosotros (JAMB) tuvo la oportunidad de visitar el Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez en Bogotá, Colombia, donde pudo ver la región ventral de estas especies comprobando que las descripciones de Etayo-Serna (1979) son correctas. A pesar de ello, es también muy difícil para nosotros evaluar la validez de las tres especies existentes a la vez que ello está fuera del alcance e intencionalidad del presente trabajo. El ejemplar mexicano aquí estudiado (Figuras 2 y 3) difiere de las tres especies conocidas del género *Juandurhamiceras* y por ello creemos que es una especie nueva, pues se trata de una cámara de habitación con características claramente diferenciadoras. Como se señalaba anteriormente, las cámaras de habitación en las tres especies conocidas de *Juandurhamiceras* muestran una ornamentación tipo *Colombiceras*, mientras que en el

ejemplar mexicano la ornamentación es más similar a una *Dufrenoyia*, especialmente en los flancos. A pesar de ello, hemos decidido no introducir una nueva especie debido a que únicamente poseemos un ejemplar fragmentario con solo la cámara de habitación preservada. Por lo tanto, desconocemos cómo es la ornamentación del fragmocono, que cabe esperar que sea diferente a la de la cámara de habitación. Además, tampoco conocemos la edad del ammonite, aunque tentativamente la atribuimos a la parte baja del Aptiano superior, posiblemente equivalente a la biozona *Caseyella aguilarae*. Consideramos imprescindible coleccionar más ejemplares conoespecíficos e intentar fechar las rocas portadoras de esta especie de ammonite para realizar una adecuada caracterización de esta posible especie nueva. Como se comentaba anteriormente, no es viable en la actualidad realizar trabajo de campo en el área de Campo Morado debido a problemas de inseguridad. Esta problemática ha afectado a esta área por décadas, pero a pesar de ello vamos a dar seguimiento en busca de una ventana de oportunidad que permita en el futuro realizar ese trabajo de campo. La presencia de *Juandurhamiceras* sp. en las cercanías de Campo Morado pone de manifiesto que se trata de un área clave para entender la paleobiogeografía de los ammonites del Aptiano de México, pues dicho ammonite es un indicador claro de una fuerte afinidad pacífica que permitió el intercambio faunístico con el área colombiana.



Figura 3. Modelo 3D digital de *Juandurhamiceras* sp., IGM 13090. El modelo 3D interactivo se puede activar haciendo clic izquierdo sobre la figura en la versión PDF de este artículo (requiere Acrobat Reader 9.0 o superior en todos los sistemas operativos).

## 6. Conclusiones

1. Se reporta por vez primera en México la presencia del género *Juandurhamiceras*, mostrando que existió una fuerte afinidad pacífica en el área de Campo Morado, Guerrero.
2. El ejemplar de *Juandurhamiceras* sp. estudiado en el presente trabajo, IGM 13090, es posiblemente una especie nueva.
3. De forma tentativa se atribuye al ejemplar de *Juandurhamiceras* sp. a la parte baja del Aptiano superior.
4. Hay que dar seguimiento a la situación de inseguridad del área de Campo Morado en busca de una ventana de oportunidad que permita en el futuro realizar trabajo de campo.

## Agradecimientos

El presente trabajo ha sido posible gracias al apoyo económico del proyecto PAPIIT IN108722 de la DGAPA-UNAM. Ha sido de gran relevancia la edición técnica del mismo agradecer a la M. en C. Sandra Ramos Amézquita y a los M. en C. León Felipe Álvarez Sánchez y José Roberto Ovando-Figueroa por la edición técnica. En especial los autores deseamos enfatizar nuestro agradecimiento al M. en C. León Felipe Álvarez Sánchez quien

con gran entusiasmo maquetó el modelo 3D del trabajo tras una serie de ajustes y pruebas. Agradecer a Violeta Romero Mayén las facilidades proporcionadas para encontrar el ammonite aquí estudiado que se hallaba resguardado en la Colección Nacional de Paleontología (=CNP). Agradecer también a la Dra. Lucero Morelos que nos ayudó en la lectura de la tarjeta del ammonite estudiado. Finalmente, deseamos agradecer al editor adjunto el Dr. Víctor Adrián Pérez Crespo y dos revisores anónimos las correcciones y sugerencias que permitieron mejorar el trabajo.

## Referencias

- Alvarez Jr., M. (1955). Teodoro Flores Reyes (1873-1955). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 18(2), 87–89.
- Barragán, R. (2001). Sedimentological and paleoecological aspects of the Aptian transgressive event of Sierra del Rosario, Durango, northeast Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 14, 189–202. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(01\)00021-9](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(01)00021-9)
- Barragán, R., & Szives, O. (2007). New records of *Mathoceras* Casey (Deshayesitidae, Ammonoidea) from the Aptian (Lower Cretaceous) of Mexico and Hungary: Biostratigraphic and paleobiogeographic implications. *Geobios*, 40, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2006.03.001>
- Barragán, R., & Maurrasse, F. J.-M. R. (2008). Lower Aptian (Lower Cretaceous) ammonites from the basal strata of the La Peña Formation of Nuevo León State, northeast Mexico: biochronostratigraphic implications. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 25(1), 145–157.



- Barragán, R., Moreno-Bedmar, J. A., Núñez-Useche, F., Álvarez-Sánchez, L. F., & Delanoy, G. (2021). Ammonite biostratigraphy of two stratigraphic sections of the La Peña Formation (Aptian, Lower Cretaceous) in Nuevo León State, Northeast Mexico. *Cretaceous Research*, 125, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104862>
- Bogdanova, T. N., & Hoedemaeker, Ph. J. (2004). Barremian-Early Albian Deshayesitidae, Opeiliidae, Desmoceratidae and Silesitidae of Colombia. *Scripta Geologica*, 128, 183–312.
- Bogdanova, T. N., & Mikhailova, I. A. (2004). Origin, evolution and stratigraphic significance of the superfamily Deshayesitaceae Stoyanow, 1949. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 74, 189–243.
- Böse, E. (1910). Neue Beiträge zur Kenntnis der mexikanischen Kreide. (Schluß). *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 652–662.
- Bruguière J. G. (1789–1792). Encyclopédie méthodique ou par ordre de matières. *Histoire naturelle des vers*, volume 1. Paris, Pancoucke, pp. i-xviii, 1–344 [Livraison 32, June 1789]; 345-757 [Livraison 48, 13 Feb. 1792].
- Burckhardt, C. (1906). La faune Jurassique de Mazapil avec un appendice sur les fossiles du Crétacique Inférieur. *Boletín del Instituto Geológico de México*, 23, 1–216.
- Burckhardt, C. (1919–1921). Faunas Jurásicas de Symon (Zacatecas) y faunas Cretácicas de Zumpango del Rio (Guerrero). *Boletín del Instituto Geológico de México*, 33, 1–136.
- Burckhardt, C. (1925). Faunas del Aptiano de Nazas (Durango). *Boletín del Instituto Geológico de México*, 45, 1–71.
- Burckhardt, C. (1930). Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain. *Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 49–50, 1–280.
- Campa, M. F., Campos, M., Flores, R., & Oviedo, R. (1974). La secuencia Mesozoica volcánico-sedimentaria metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Méx. - Teloloapan, Gro. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 35, 7–28.
- Campa, M. F., Ramírez, J., & Coney, P. J. (1981). Conjuntos estratotectónicos de la Sierra Madre del Sur, Región Compreendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 42(1–2), 45–67.
- Cantú-Chapa, C. M. (1968). *Las Rocas Eocretácicas de Zitácuaro, Michoacán*. Instituto Mexicano del Petróleo, sección Geología, Monografía, 2, 3–18.
- Cantú-Chapa, C. M. (1976). Estratigrafía de la Formación La Peña (Aptiano Sup.) en el área de Monterrey, N.L. *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 8(4), 7–16.
- Cantú-Chapa, A. (1989). La Peña Formation (Aptian): a condensed limestone-shale sequence from the subsurface of NE Mexico. *Journal of Petroleum Geology*, 12(1), 69–84. <https://doi.org/10.1111/j.1747-5457.1989.tb00221.x>
- Cantú-Chapa, A. (1992). Una amonita heteromorfa (Toxoceratoides) del Aptiano Superior (Cretácico) del pozo San Javier 1, en el Noreste de México. *Revista Mexicana del Petróleo, Investigación Científica y Tecnológica*, 335, 32–35.
- Casey, R. (1964). A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, Part V. *Monograph of the Palaeontographical Society*, 117(1963), 289–398.
- Casey, R. (1965). A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, Part VI. *Monograph of the Palaeontographical Society*, 118(1964), 399–546.
- Contreras y Montero, B. (1977). Bioestratigrafía de las formaciones Taraises y La Peña (Cretácico Inferior), de la Goleta, Coahuila y Minillas, Nuevo León. *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 9(1), 8–29.
- Etayo-Serna, F. (1979). Zonation of the Cretaceous of Central Colombia by ammonites. *Publicaciones Geológicas Especiales del Ingeominas*, 2, 1–186.
- Flores, T. (1936). Los cuerpos de piritita cuprífera de Campo Morado, Estado de Guerrero, México. *16th International Geological Congress, Washington 1933, Report*, 101(2), 1013–1027.
- Frau, C., Pictet, A., & Caissa, M. (2020). The affinities between the Lower Cretaceous Ammonoidea *Ammonites crassicoelatus* d'Orbigny, 1841 and *Ammonites gargasensis* d'Orbigny, 1841. *Paleontología Mexicana*, 9(1), 53–72.
- Guerrero-Suastegui, M. (2004). *Depositional and tectonic history of the Guerrero Terrane, Sierra Madre del Sur; with emphasis on sedimentary successions of the Teloloapan area, Southwestern Mexico*. [Tesis doctoral]. New Foulard, Canada, Memorial University.
- Humphrey, W. E. (1949). Geology of Sierra de Los Muertos area, Mexico (with descriptions of Aptian cephalopods from the La Peña Formation). *Geological Society of America Bulletin*, 60, 89–176. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1949\)60\[89:GOTSDL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1949)60[89:GOTSDL]2.0.CO;2)
- Imlay, R. W. (1944). Cretaceous formations of Central America and Mexico. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 28, 1077–1195.
- Kilian, W., & Reboul, P. (1915). La faune de l'Aptien inférieur des environs de Montélimar (Drôme) (Carrière de l'Homme d'Armes). En Kilian, W. (ed.), *Contribution à l'étude des faunes paléocrétacées du Sud-Est de la France*, Mémoires pour servir à l'Explication de la Carte Géologique détaillée de la France, 14, 1–221.
- Lorinczi, G. I., & Miranda V., J. C. (1978). Geology of the Massive Sulfide Deposits of Campo Morado, Guerrero, Mexico. *Economic Geology*, 73, 180–191. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.73.2.180>
- Lugo Hubp, J. (2020). *In Memoriam*. María Fernanda Campa Uranga, José Manuel Mateo Rodríguez, Víctor Hugo Garduño Monroy, Manuel Mollá Ruiz-Gómez. *Investigaciones Geográficas, Notas y noticias*, 102, Artículo e60191. <https://doi.org/10.14350/rig.60191>
- Moreno-Bedmar, J. A., Barragán Manzo, R., Company Sempere, M., & Bulot, L. G. (2013). Aptian (lower Cretaceous) ammonite biostratigraphy of the Francisco Zarco Dam stratigraphic section (Durango State, northeast Mexico). *Journal of South American Earth Sciences*, 42, 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2012.10.009>
- Moreno-Bedmar, J. A., Mendoza-Rosales, C. C., Minor, K. P.; Delanoy, G., Barragán, R., & González-León, O. (2015). Towards an Aptian (Lower Cretaceous) ammonite biostratigraphy of the Mina Texali section, Central Atlantic province (Puebla State, Central Mexico). *Cretaceous Research*, 54, 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2014.12.005>
- Moreno-Bedmar, J. A., Casados-Monroy, A., Frau, C., Pictet, A., Chávez Cabello, G., & Esquivel-Macias, C. (2018). Ammonite biostratigraphy of the Sierra del Patrón section (Durango State, Mexico) and its bearing on the lower/upper Aptian boundary of the Central Atlantic Province. *Cretaceous Research*, 88, 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2017.10.015>
- Moreno-Bedmar, J. A., López-Alpizar, L., Juárez-Arriaga, E., & Quiroz-Barragán, J. (2022). Especies del género *Epicheloniceras* del Aptiano superior en los estados de Chihuahua, Durango, Michoacán y Nuevo León, México. *Paleontología Mexicana*, 11(2), 49–57.
- Ramírez, J., Campa, M. F., Talavera, O., & Guerrero, M. (1991). Caracterización de los arcos insulares de la Sierra Madre del Sur y sus implicaciones tectónicas. En *Congreso Evolución Geológica de México*, Sociedad Mexicana de Mineralogía, Instituto de Geología, UNAM, Memorias, 163–166.
- Salinas, J. C. (1994). *Etude structurale du Sud-ouest Mexicain (Guerrero). Analyse microtectonique des déformations ductiles du Tertiaire Inférieur*. [Ph. D. Dissertation]. France, Université d'Orléans.
- Samaniego-Pesqueira, A., Moreno-Bedmar, J. A., & Álvarez-León, L. F. (2021). Upper Aptian ammonite biostratigraphy of the Agua Salada and Mural formations, Sonora State, northwest Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 112(2021), Article 103558. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103558>
- Sharikadze, M. Z., Kakabadze, M. V., & Hoedemaeker, Ph. J. (2004). Aptian and Early Albian Douvilleceratidae, Acanthohoplitidae and Parahoplitidae of Colombia. *Scripta Geologica*, 128, 313–514.
- Sowerby, J. de C. (1836). Appendix A: Descriptive notes respecting the shells figured in pl. 11 to 23, (pp. 335-348) in: Fitton, W.H., Observations on some of the strata between the Chalk and the Oxford Oolite in the south-east of England. *Transactions of the Geological Society of London (series 2)*, 4, 103–390.

- Talavera, O. (1993). *Les formations orogéniques mésozoïques du Guerrero (Mexique méridional). Contributions a la connaissance de l'évolution géodynamique des cordillères mexicaines* [Tesis doctoral no publicada]. France, de l' Université Joseph Fourier-Grenoble I.
- Waitz, P., & Wittich, E. (1911). Tubos de explosión en el Pedregal de San Ángel. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 7(2), 169–186, 202.
- Wright, C. W., Callomon, J. H., & Howarth, M. K. (1996). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L, Mollusca 4, revised, Cretaceous Ammonoidea*. The Geological Society of America Inc. and The University of Kansas Press, Boulder, Colorado and Lawrence.